

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 125 094 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
05.06.2002 Patentblatt 2002/23

(51) Int. Cl. 7: **F42C 15/42, F42D 1/05, E21B 43/1185**

(21) Anmeldenummer: 99971499.1

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP99/08122

(22) Anmeldetag: 27.10.1999

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/26607 (11.05.2000 Gazette 2000/19)

(54) **ZÜNDEINRICHTUNG FÜR ZÜNDER, DIE MITTELS FUNK AUSLÖSBAR SIND UND VERFAHREN ZUM AUSLÖSEN DIESER ZÜNDER**

DETONATION SYSTEM FOR DETONATORS WHICH CAN BE TRIPPED BY RADIO, AND A METHOD FOR TRIPPING THESE DETONATORS

DISPOSITIF D'ALLUMAGE POUR AMORCES POUVANT ETRE DECLENCHEES PAR RADIO ET PROCEDE POUR DECLENCHER CES AMORCES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

- STEINER, Ulrich
D-53842 Troisdorf (DE)
- ZEMLA, Andreas
D-53842 Troisdorf (DE)

(30) Priorität: 29.10.1998 DE 19849653
24.09.1999 DE 19945790

(74) Vertreter: Uppena, Franz, Dr.
Dynamit Nobel AG
Patente, Marken & Lizenzen
53839 Troisdorf (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.08.2001 Patentblatt 2001/34

(73) Patentinhaber: Dynamit Nobel GmbH
Explosivstoff- und Systemtechnik
53840 Troisdorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-96/16311 DE-A- 3 114 234
DE-A- 3 523 857 DE-A- 4 403 998
DE-C- 3 824 376 US-A- 4 970 956
US-A- 5 117 756

(72) Erfinder:
• SCHÄFER, Heinz
D-28865 Lillienthal (DE)

EP 1 125 094 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsböhr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zündeinrichtung für Zünder, die über Funk auslösbar sind, entsprechend dem Oberbegriff des ersten Anspruchs sowie ein Verfahren zum Auslösen dieser Zünder entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 19.

[0002] Sprengungen im Bergbau, Tiefbau und bei Explorationen nach Bodenschätzen sind komplexe Abläufe, bei denen in der Regel eine Vielzahl von Zündern in einer genau festgelegten Reihenfolge gezündet wird. Im militärischen Bereich liegt eine vergleichbare Situation bei der Zündung oder der Räumung von Minen vor.

[0003] Aus der DE 44 03 998 A1 ist ein Fernsteuersystem für Minen bekannt, das aus einem Fernbedienegerät mit Mikroprozessor, Programmspeicher zum Speichern der Steuerbefehle für die Mine und einem Funksender besteht und bei dem jede Mine einen Funkempfänger, einen Mikroprozessor und einen dem Programmspeicher des Fernbedienungsgerätes entsprechenden Programmspeicher aufweist. Bei dem bekannten Fernsteuersystem können, unabhängig von der Art der Übertragung der Steuerbefehle, durch die sowohl in der Mine als auch im davon abgesetzten Bedienungsgerät eingebauten synchron arbeitenden Zeitsteuereinrichtungen verschiedene Parameter der Befehlsübertragung zeitabhängig verändert werden. Diese Art der Sicherung setzt voraus, daß zum Scharfmachen der Mine eine Zeit vergeht, die aufgrund der Auswahl durch einen Zufallsgenerator nicht beeinflussbar ist. Eine solche Sicherung der Zünder, vor allem bei ziviler Anwendung einer Zündvorrichtung ist für Planungsabläufe mit Arbeitsfortschritt unkalkulierbar.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine vor Fremdeingriffen und ungewollter Auslösung sichere Funkzündeinrichtung vorzustellen, bei der der zeitliche Ablauf von der Inbetriebnahme der Funkzündeinrichtung bis zur Zündung der Zünder zeitlich festlegbar und verfolgbare ist.

[0005] Die Lösung der Aufgabe erfolgt vorrichtungsgemäß mit Hilfe der Merkmale des ersten Anspruchs. Mit Hilfe der Merkmale des neunzehnten Anspruchs wird die Aufgabe verfahrensgemäß gelöst.

[0006] Die erfindungsgemäße Zündeinrichtung für Zünder, die mittels Funk auslösbar sind, besteht aus einem Zündgerät und mindestens einer von dem Zündgerät räumlich getrennt anordbaren Auslöseeinheit, an der mindestens ein Zünder angeschlossen ist. Zündgerät und Auslöseeinheit kommunizieren mittels Funksignale. Die Auslöseeinheit weist folgende Baugruppen auf, deren Funktion später im Einzelnen näher erläutert wird: Energiemodul, Systemsteuerung, Sende- und Empfangseinheit, erste Sicherungseinrichtung, zweite Sicherungseinrichtung und die Sicherheitszündstufe. Die Auslöseeinheit enthält einen Datenträger, auf dem die für die Zündung erforderlichen Informationen gespeichert sind. Dieser Datenträger ist nicht fest mit der Auslöseeinheit verbunden und kann ihm entnommen

werden, um ihn in das Zündgerät einzusetzen und die Daten dort in einen Speicher einzulesen. Das Zündgerät enthält deshalb eine Leseeinrichtung für die Daten der Datenträger. Die Daten der Datenträger mehrerer Auslöseeinheiten können nacheinander in das Zündgerät eingelesen werden. Als Datenträger werden bevorzugt Chipkarten eingesetzt. Es können aber auch andere Datenträger eingesetzt werden, die in der Lage sind, Daten zu speichern und von denen Daten abgelesen werden können, beispielsweise Karten mit Magnetstreifen oder Barcode.

[0007] Die Auslöseeinheit und der ihm jeweils zugeordnete Datenträger müssen identische Identifizierungskennzeichen enthalten. Ist dies nicht der Fall, kann nach Einlesen der Daten vom Datenträger in das Zündgerät bei einer Kommunikation mit der Auslöseeinheit keine Identifizierung erfolgen. Sollte also versucht werden, mit einem fehlerhaften Datenträger oder mit einem Datenträger mit fehlerhaften Daten eine Zündung auszulösen, wird die Auslöseeinheit aufgrund der fehlerhaften Identifizierungskennzeichen entsprechenden Befehle verweigern.

[0008] Um einen Zünder zünden zu können ist es erforderlich, daß zunächst die Auslöseeinheit aktiviert wird. Das Zündgerät sowie die räumlich von ihm anordbare Auslöseeinheit können durch eine Zugangssperre vor Mißbrauch geschützt werden. Erst nach Aufhebung dieser Zugangssperre, die beispielsweise aus einem mechanischen Schloss oder aus einer elektronischen Sperre bestehen kann, die durch Eingabe eines Codes aufgehoben wird, oder sogar aus einer Kombination von beiden, kann die erfindungsgemäße Funkzündeinrichtung betriebsbereit gemacht werden. Die Freigabe der Bedienmöglichkeit kann auch den Datenträger zur Entnahme freigeben.

[0009] Wenn der Datenträger aus der Auslöseeinheit entnommen worden ist, verstreicht zunächst eine Entsicherungszeit, die beispielsweise bis zu 15 Minuten betragen kann. In dieser Zeit ist keine Auslösung möglich und eine sichere Entfernung des Anwenders aus dem Gefahrenbereich möglich. Sind die Daten des Datenträgers in das Zündgerät eingelesen worden, wird dieses in Sende- und Empfangsbereitschaft versetzt. Aber erst nach Ablauf der Entsicherungszeit ist eine Kommunikation zwischen Zündgerät und Auslöseeinheit möglich.

[0010] Mit einem Zündgerät können mehrere Auslöseeinheiten gesteuert werden, denen auch jeweils mehrere Zünder zugeordnet sein können. Jede Auslöseeinheit ist über das Zündgerät individuell ansteuerbar und damit auch jeder an eine Auslöseeinheit angeschlossene Zünder entsprechend der im Zündgerät und in der Auslöseeinheit abgespeicherten Daten.

[0011] Zur Auslösung von Zündern wird von dem Anwender ein Programm gestartet, wobei sich das Programm ergebnisorientiert selbst überwacht und bei festgestellten Fehlern die Auslösung verhindert. Der Zündbefehl an die Zünder kann entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren erst nach sukzessiver Aufhe-

bung vorgegebener Auslösesperren innerhalb von Sicherheitsstufen erfolgen. Zur Aufhebung einer Auslösesperre läuft innerhalb einer Sicherheitsstufe ein für die Vorbereitung der Zündung erforderlicher Verfahrensschritt ab. Erst wenn das Ergebnis dieses Verfahrensschritts eine Vorgabe erfüllt, ist die Aufhebung der nächsten Sperre möglich. Erst dann, wenn alle Sperren aufgehoben sind, ist die Zündung der Zünder möglich. Wenn ein Verfahrensschritt nicht gestartet werden kann oder ein Verfahrensschritt nicht zu einem vorgegebenen Ergebnis führt, kann der nachfolgende Verfahrensschritt nicht gestartet werden. Tritt ein Fehler bei der Auslösung eines Zünders auf, beispielsweise durch die Übermittlung eines falschen Codes oder liegen mechanische Fehler im Zündgerät, der Auslöseeinheit oder am angeschlossenen Zünder vor, wird der Ablauf sofort unterbrochen. Anhand der verstrichenen Zeit und beispielsweise durch Überprüfung der an den Anschlüssen der Zündleitung zu den Zündern anliegenden Spannung ist es möglich, die Fehlerursache zu erkennen.

[0012] Werden elektronische Zünder eingesetzt, können mit Hilfe der Elektronik der Zünder zusätzlich Auslösesperren erzeugt werden. Dadurch sind die Zünder in vorteilhafter Weise gegen ungewollte Auslösungen, beispielsweise durch Hochspannung oder Hochfrequenzeinfluß, gesichert. Ein solcherart gesicherter elektronischer Zünder wird erst durch die Eingabe eines Entsicherungscode in die Elektronik zur sogenannten Zündbereitschaft aktiviert. Alle anderen, am Eingang der Elektronik der Zünder anliegenden Spannungen werden ignoriert. Der Entsicherungscode stellt somit eine Auslösesperre dar und verhindert eine unbeabsichtigte Zündung. Die Zündung wird von der Auslöseeinheit nach erfolgter Entsicherung durch einen sogenannten Zündcode generiert. Durch jeden von der Auslöseeinheit ausgesandten und von dem elektronischen Zünder akzeptierten Code wird stufenweise die Zündung freigegeben in der Reihenfolge Energiezufuhr, Bereitstellung der Zündspannung, Entsicherung und Zündbefehl.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Auslösung eines oder mehrerer Zünder, insbesondere elektronischer Zünder, läuft wie folgt ab:

Durch die Entnahme des Datenträgers aus der Auslöseeinheit erfolgt die Freigabe der Energieversorgung zunächst nur für bestimmte Baugruppen der Auslöseeinheit, durch die die Aufhebung der vorgegebenen Auslösesperren innerhalb der Sicherheitsstufen erfolgen kann. Zunächst erfolgt eine Selbstprüfung der elektronischen Schaltkreise in den Baugruppen der Auslöseeinheit. Insbesondere wird der Spannungszustand der Systemsteuerung sowie der Sicherheitszündstufe geprüft. Sie müssen spannungslos sein. Wird beispielsweise durch ein fehlerhaftes Relais oder durch einen Nebenschluß in der Elektronik in Spannung festgestellt, erfolgt eine "Abschaltung" der Elektronik, das heißt, sie kann weitere Befehle nicht mehr empfangen.

[0014] Liegt kein Fehler vor, erfolgt eine Spannungsversorgung auf einem Spannungsniveau, das vorzugsweise unter dem des zur Zündung elektrischer oder elektronischer Zünder erforderlichen Niveaus liegt. Dadurch wird in der ersten Sicherungseinrichtung von der sogenannten Action CPU eine festgelegte Zeitspanne, die Entsicherungszeit, erzeugt. Beispielsweise kann eine quartzgesteuerte Uhr ablaufen. Gleichzeitig wird in einem sogenannten One Way RC-Timer der ersten Sicherungseinrichtung in einer Zeitspanne, die durch das RC-Glied bestimmt ist und mit der in der Action CPU erzeugten übereinstimmen soll, ein Ladungsspeicher auf ein für die Aufhebung der ersten Auslösesperre erforderliches Spannungsniveau aufgeladen. In dem Zündgerät laufen nun, unabhängig voneinander erzeugt, unter Berücksichtigung einer Toleranzvorgabe, zwei gleichlange Zeitspannen als Entsicherungszeit ab. Nach Ablauf dieser Zeitspannen und Übereinstimmen des Ablaufzeitpunkts innerhalb des erlaubten Toleranzfeldes und nach Erreichen einer für die Aufhebung der ersten Auslösesperre erforderlichen Ladung im Ladungsspeicher ist die erste Sicherheitsstufe überwunden. Eine besondere Sicherheit ist dadurch gegeben, daß der Ladungsspeicher gleichzeitig das zeitbestimmende Bauteil des One Way RC-Timers ist. Während des Ablaufs der Entsicherungszeit wird das Ladeverhalten des Ladungsspeichers geprüft.

[0015] Besteht eine Übereinstimmung der Ablaufzeitpunkte innerhalb des erlaubten Toleranzfeldes und ist der Ladungsspeicher auf das vorgegebene Niveau aufgeladen worden, kann die Aufhebung der ersten Auslösesperre nach Ablauf der Sicherheitszeit, erfolgen. Der erreichte Verfahrensschritt kann dem Anwender bei möglicher bidirektionaler Kommunikation im Display der Auslöseeinheit angezeigt werden, so daß er selbst über die Aufhebung der Auslösesperre entscheiden und sie durch ein Funksignal auslösen kann. Die Aufhebung kann aber auch direkt, programmgesteuert, ablaufen. Sie besteht darin, daß die Zündleitung zu den Zündern freigegeben wird, die zuvor kurzgeschlossen war, beispielsweise durch eine Schmelzsicherung. Der Widerstand der Sicherung und das vorgegebene Ladungsniveau des Ladungsspeichers sind so aufeinander abgestimmt, daß die Sicherung erst nach Erreichen dieses Niveaus zerstört wird, beispielsweise durch Schmelzen des Sicherungsdrahtes.

[0016] Wird der Ladungsspeicher in der vorgegebenen Entsicherungszeit nicht aufgefüllt und stimmen die abgelaufenen Zeitspannen nicht überein, kann die Auslösesperre nicht aufgehoben und die Zündleitung für die Signalübermittlung nicht freigegeben werden, weil beispielsweise der Sicherungsdraht nicht durchschmilzt. Weiterhin wird die Sende- und Empfangseinheit nicht freigegeben. Damit ist die Auslöseeinheit weiterhin gesperrt.

[0017] Nach Aufhebung der ersten Auslösesperre kann der Anwender in der zweiten Sicherheitsstufe mittels eines Funkbefehls die sogenannte Schärftung ver-

anlassen. Die Schärfung kann nur erfolgen, wenn das Identifizierungskennzeichen der Auslöseeinheit mit dem Identifizierungskennzeichen übereinstimmt, das in das Zündgerät eingelesen wurde. Die Schärfung kann auch programmgesteuert selbsttätig ablaufen. Erst mit diesem Befehl wird in der Auslöseeinheit die Systemsteuerung und die Sicherheitszündstufe durch das Schließen eines Relais vom Energiemodul mit Spannung versorgt. Dadurch ist die zweite Auslösesperre aufgehoben. Die Elektronik der Auslöseeinheit überprüft eigenständig, ob am Ausgang der Sicherheitszündstufe eine für die Zündung erforderliche Spannung eingehalten wird. Ab jetzt ist es möglich, den Befehl zum Auslösen eines Zünders zu geben. Im Fehlerfall erfolgt eine Abschaltung der Auslöseeinheit und bei bidirektionaler Kommunikation mit einer Meldung an das Zündgerät.

[0018] Die Auslösung der einzelnen Auslöseeinheiten erfolgt, je nach der Ausstattung der Auslöseeinheiten und der Vorgabe des Anwenders, einzeln, in Gruppen oder im Verbund. Bei Verwendung eines elektronischen Zünders muß die Auslöseeinheit dazu den Entscheidungscode und nachfolgend den Zündcode generieren, um den Zünder zu initiieren.

[0019] Die Zündung elektronischer Zünder erfolgt also erst, wenn eine festgelegte Abfolge von Codes akzeptiert worden ist. Zunächst wird durch einen ersten Code die Elektronik der Zünder aktiviert, danach entscheidet und ein Energiespeicher zur Bereitstellung der Zündenergie aufgeladen. Der zweite, von der Systemsteuerung der Auslöseeinheit generierte Code wird mit dem im Speicher des Zünders hinterlegten Code verglichen. Bei Übereinstimmung wird mittels eines dritten Codes letztendlich die Zündung durch Entladung des Energiespeichers ausgelöst.

[0020] Anhand von Ausführungsbeispielen wird die Erfindung näher erläutert.

[0021] Es zeigen:

- Figur 1 eine erfindungsgemäße Funkzündeinrichtung,
- Figur 2 den Aufbau der Auslöseeinheit mit Zünder, als Blockschaltbild,
- Figur 3 das Schaltbild des One Way RC-Timers als Baugruppe der Auslöseeinheit,
- Figur 4 einen Schnitt durch einen elektronischen Zünder und
- Figur 5 ein Blockschaltbild des elektronischen Teils des Zünders.

[0022] In Figur 1 ist schematisch eine erfindungsgemäße Funkzündeinrichtung 1 dargestellt. Die Funkzündeinrichtung 1 besteht aus mindestens einer Auslöseeinheit 2a und einem Zündgerät 3. Es können aber

auch, je nach Kapazität des Zündgeräts 3, noch weitere Auslöseeinheiten vorgesehen sein, wie durch die gestrichelte Darstellung der Auslöseeinheit 2b angedeutet ist.

[0023] Die Auslöseeinheit 2a weist in Zugangssperre 4 auf, die sie vor unbefugter Benutzung schützt. Diese kann aus einem mechanisch wirkenden Schloß oder aus einer elektronischen Sperre oder aus einer Kombination von beiden bestehen. Bei der elektronischen Sperre kann beispielsweise die Überwindung durch die Eingabe eines Codes erfolgen. Die Auslöseeinheit 2a weist eine Einrichtung 5 zur Aufnahme eines Datenträgers 6a auf. Dieser Datenträger 6a kann beispielsweise eine Chipkarte sein, die einen Mikrochip 7 enthält und aus einem Einsteckschlitz herausragt. Auf den Datenträgern sind die Identifikationsnummern (ID) der elektronischen Baugruppen der Auslöseeinheiten gespeichert. Diese Identifikationsnummern sind auch in dem jeweiligen Speicher der Auslöseeinheiten abgelegt. Der Datenträger 6a kann weiterhin Informationen über an der Auslöseeinheit 2a angeschlossene elektronische Zünder enthalten, beispielsweise die Zünderadressen und die Zündfolge.

[0024] Wenn die Zugangssperre 4 aufgehoben worden ist, ist es auch möglich den Datenträger 6a aus der Einrichtung 5 zu entnehmen, wie durch die gestrichelte Darstellung 6a' des Datenträgers angedeutet wird. Mit der Entnahme des Datenträgers 6a wird ein Schalter 8 geschlossen, der die Bereitstellung von Energie zum Betrieb der Auslöseeinheit 2a ermöglicht. Gleichzeitig wird durch das Schließen des Schalters 8 ein Selbsttest der Elektronik der Auslöseeinheit 2a durchgeführt.

[0025] An die Auslöseeinheit 2a sind über eine Zündleitung 9 Zünder 10a bis 10n, im vorliegenden Ausführungsbeispiel elektronische Zünder, angeschlossen. Die Auslöseeinheit 2a weist weiterhin noch eine Antenne 11 auf, wie durch das Blitzsymbol 12 angedeutet wird. Ist die Auslöseeinheit 2a nur mit einem Empfangsteil ausgerüstet, dient die Antenne 11 ausschließlich der unidirektionalen Kommunikation, zum Signalempfang vom Zündgerät 3. Ist die Auslöseeinheit 2a zusätzlich mit einem Sender ausgestattet, dient die Antenne 11 zur bidirektionalen Kommunikation mit dem Zündgerät 3.

[0026] Die Auslöseeinheit 2b weist einen identischen Aufbau auf. Allerdings enthält der Datenträger 6b eine andere Identifikationsnummer als der Datenträger 6a und Daten der elektronischen Zünder 10a' bis 10n'.

[0027] Das Zündgerät 3 kann ebenfalls eine Zugangssperre 13 aufweisen, die in der gleichen Art ausgestattet ist, wie die Zugangssperre 4 der Auslöseeinheit 2a. Erst nach Aufhebung der Zugangssperre 13 ist es möglich, den Datenträger 6a in eine zur Aufnahme geeignete Einrichtung 14 einzusetzen. In dieser ist ein Lesegerät 15 installiert, mittels dem die auf dem Datenträger 6a gespeicherten Daten abgelesen und einen Speicher in dem Zündgerät 3 eingespeichert werden. Die Datenträger 6a bzw. 6b sowie weitere Datenträger hier nicht dargestellter Auslöseeinheiten können nacheinander in die Aufnahmeeinrichtung 14 eingesetzt und

die Daten nacheinander eingelesen werden.

[0028] Das Zündgerät 3 enthält neben der hier nicht dargestellten Spannungsversorgung eine zur Datenverarbeitung und Speicherung vorgesehene Central Processor Unit (CPU) 16 mit EEPROM sowie einen Sender, und je nach Ausstattung zusätzlich eine Empfangseinheit für die bidirektionale Kommunikation, 17 mit Antenne 18, über die die Kommunikation mit der Auslöseeinheit 2a oder weiteren Auslöseeinheiten, wie beispielsweise der Auslöseeinheit 2b, möglich ist. Die weitere Ausstattung umfaßt ein Display 19 zur Anzeige von zu übermittelnden oder übermittelten Daten und Befehlen. Desweiteren ist eine Eingabeeinrichtung 20 zur Daten- und Befehlseingabe vorgesehen.

[0029] In Figur 2 ist der Aufbau der Auslöseeinheit 2a mit ihren einzelnen Baugruppen dargestellt. Das Gehäuse 21 umschließt einen Energiemodul 22, eine Systemsteuerung 23, eine erste Sicherungseinrichtung 24, eine zweite Sicherungseinrichtung 25, eine Sicherheitszündstufe 26, und im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Sende- und Empfangseinheit 27 mit Antenne 11, wobei die Sendeinheit bei bidirektionaler Kommunikation vorgesehen ist.

[0030] Zur Energieversorgung ist im Energiemodul 22 im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine einzellige Primärbatterie 28 vorgesehen. Sie kann hinsichtlich ihrer Belastbarkeit und Lagerfähigkeit auf die Einsatzdauer und Wirkdauer abgestimmt werden. Wie hier nicht dargestellt, ist das Batteriefach zugänglich, um nach Ablauf der Lagerzeit die Batterie problemlos wechseln zu können.

[0031] Mit der Entnahme des Datenträgers aus der Auslöseeinheit wird mechanisch ein Schalter S1 geschlossen. Ist der Schalter S1 geschlossen, fließt ein Strom in einen Gleichstromwandler 29. Es ist ein Aufwärtswandler (Step Up-Spannungswandler) mit einem Standard-Schaltkreis und ist aus diesem Grund Stand der Technik. Dieser Wandler 29 versorgt zunächst die erste Sicherungseinrichtung 24 und im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Sende- und Empfangseinheit 27 mit einer Grundspannung von beispielsweise 5 V. Die Systemsteuerung 23 und die Sicherheitszündstufe 26 sind zu diesem Zeitpunkt noch spannungslos, da die erste Sicherungseinrichtung 24 das Relais S2 noch nicht angesteuert hat.

[0032] Die erste Sicherungseinrichtung 24 besteht aus einer Action CPU 30 und einem One Way RC-Timer 31. Anhand der Figur 3 wird der Aufbau des One Way RC-Timers 31 näher erläutert. Der One Way RC-Timer 31 enthält ein selbstanlaufendes (autostartfähiges) Widerstands-Kondensator-Zeitglied (RC-Glied) als erstes Zeitglied. Nach dem Ablauf der erzeugten Zeitspanne und der bestimmungsgemäßen Handlung (Aktion) wird die Spannungsversorgung unterbrochen, so daß das RC-Glied nicht mehr anlaufen kann.

[0033] Mit dem Anlegen der Versorgungsspannung durch das Schließen des Schalters S1 startet automatisch ein Aufwärtswandler 58 im RC-Timer 31 und lädt

mittels eines Taktgenerators 37 durch geeignet Steu-
erimpulse 59 in bestimmten Laderaten über die Induktivität 36, die Gleichrichterdiode 39 und den Transistor 38 als Schalter den Kondensator 32 des RC-Gliedes innerhalb einer vorbestimmten Zeit auf, im vorliegenden Ausführungsbeispiel auf den sechsfachen Wert der Versorgungsspannung, also 30 V. Dieser Spannungspegel wird über einen Spannungskomparator 33 ausgewertet, der einerseits über die Widerstände 40 und 41 als Spannungsteiler mit dem Ladungsspannungskreis und andererseits mit einer Referenzspannungsquelle 42 verbunden ist. Wenn die sechsfache Spannung erreicht ist, wird der Kondensator 32 mit einem Halbleiterschalter, einen Transistor 34, über eine Sicherung 35 entladen, im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Schmelzsicherung. Der Entladungsimpuls ist so dimensioniert, daß bei einem Spannungspegel von 30 V der Schmelzdraht der Schmelzsicherung 35 sicher durchgebrannt wird und bei einem Spannungspegel der Grundversorgung von 5 V der Schmelzdraht sicher intakt bleibt, auch dann, wenn die gesamte Leistung der 5 V-Spannungsversorgung auf den Schmelzdraht geschaltet wird. Damit ist eine Aufhebung der Sicherung durch eine elektronische Fehlfunktion im Einschaltzustand ausgeschlossen.

[0034] Durch die Wahl der Kapazität des Kondensators 32 und der Leistungsdimensionierung des Aufwärtswandlers 58 kann die Entsicherungszeit vorbestimmt werden. Die Entsicherungszeit, die beispielsweise bis zu 15 Minuten betragen kann, kann vom Anwender gewählt werden und wird werkseitig voreingestellt. Die Aufladung des Kondensators 32 als Ladungsspeicher erfolgt nach Anlegen der Versorgungsspannung, die der Aufwärtswandler 29 liefert, in bestimmten Laderaten, die durch die Dauer und Höhe der Impulse 59 des Aufwärtswandlers 58 vorgegeben werden.

[0035] Die Aufladezeit des Kondensators 32 wird mit einer Zeitspanne verglichen, die mit dem Beginn der Ladung des Kondensators 32 in einem zweiten Zeitglied gestartet wird. Es ist eine hier nicht dargestellte, beispielsweise quarzgesteuerte Uhr in der Action CPU 30, in der eine werkseitig eingestellte Zeitspanne als Entsicherungszeit abläuft. Die systembedingte Ladezeit des Kondensators 32 muß innerhalb einer Toleranz mit der von der Uhr in der Action CPU erzeugten Zeitspanne übereinstimmen. Außerdem muß der Kondensator 32 innerhalb dieser Zeitspanne mit der vorgesehenen Ladung aufgeladen sein, sonst kann die erste Auslösesperre nicht aufgehoben werden.

[0036] Damit der erforderliche Spannungspegel zur Aufhebung der ersten Auslösesperre erreicht wird, erfolgt bei der Aufladung des Ladungsspeichers 32 ein ständiger Spannungsvergleich durch den Spannungskomparator 33. Der zeitbestimmende Kondensator 32 erfüllt eine Doppelfunktion. Er ist sowohl zeitbestimmendes Glied als auch Speicher für die Ladung. Nach Ablauf der Zeit im One Way RC-Timer 31 wird durch Entladung des Kondensators 32 die Sicherung 35 aufge-

trennt. Die Sicherung 35 ist die zweite Sicherungseinrichtung 25 und stellt im vorliegenden Ausführungsbeispiel einen Kurzschluß her zwischen den beiden Anschlüssen 43 und 44 der Zündleitung 9, der Verbindung zwischen der Sicherheitszündstufe 26 und den elektronischen Zündern 10a bis 10n. Der Kurzschluß bewirkt, daß von der Sicherheitszündstufe 26 keine Signale über die Zündleitung an die Zünder geschickt und somit keine Zünder gezündet werden können. Nach Ablauf der Zeit des One-Way RC-Timers 31 führt das Durchbrennen der Sicherung 35 zu einer Potentialanhebung an dem Punkt, an dem der negative Pfad der Spannungsvorsorgung des RC-Gliedes angeschlossen ist. Der Masseanschluß E der Versorgungsspannung für das erste Zeitglied ist in Reihe zur ersten Auslösesperre 35 geschaltet, so daß die Aufladung des Kondensators 32 nur einmal möglich ist. Nach erfolgreicher Zerstörung der Sicherung 35 ist das Zeitglied ohne Spannungsvorsorgung. Aus diesem Grund kann das RC-Glied nur einmal genutzt werden. Die Sicherung für den One Way RC-Timer 31 ist physikalisch unabhängig von dem Rest der elektronischen Schaltung und den übrigen Baugruppen. Da der One Way RC-Timer 31 keine beweglichen mechanischen Teile enthält, ist er beschleunigungsfest und für einen großen Temperaturbereich geeignet.

[0037] Die Action-CPU 30 kontrolliert den Spannungszustand der Systemsteuerung 23 und der Sicherheitszündstufe 26. Weiterhin ist sie zuständig für die Kontrolle der Funktionsabläufe innerhalb der ersten Sicherungseinrichtung 24 und vergleicht die durch ihre Uhr vorgegebene Entsicherungszeit mit der Ladezeit des Kondensators 32 des One Way RC-Timers 31. Nach Ablauf ihrer Entsicherungszeit prüft sie, ob der Ladungsspeicher, der Kondensator 32, eine vorgegebene Ladung enthält, die ausreichend ist, um die Sicherung 35 zu zerstören. Ist das der Fall, initiiert sie die Zerstörung der Sicherung 35, wodurch die erste Auslösesperre aufgehoben wird. Die Action-CPU 30 ist während der Entsicherungszeit zuständig für die Kommunikation mit der Sende- und Empfangseinheit 27. Ist die Sicherung 35 zerstört und damit die erste Auslösesperre überwunden, ist eine Kommunikation mit dem Zündgerät 3 möglich.

[0038] Entweder durch das Programm selbst gesteuert oder über einen Funkbefehl vom Zündgerät 3 wird das Relais S2 betätigt und dadurch die Systemsteuerung 23 und die Sicherheitszündstufe 26 mit Spannung versorgt. Mit der sogenannten Schärfung ist die zweite Auslösesperre aufgehoben. In der CPU 48 der Systemsteuerung 23 sind die zur Erzeugung der Codesignale erforderlichen Daten gespeichert. Diese Codesignale sind zur Zündung elektronischer Zünder erforderlich. Liegt an der Sicherheitszündstufe 26 Spannung an, kommunizieren die Action-CPU 30 der ersten Sicherungseinrichtung 24 und die CPU 48 der Systemsteuerung 23 miteinander und melden sich gegenseitig per Protokoll an. Desweiteren kontrolliert die Action-CPU 30 den Aufwärtswandler 49 auf Einhaltung der Spannung;

die zur Zündung der Zünder erforderlich ist. Im Fehlerfall erfolgt eine kontrollierte Abschaltung mit Funkmeldung zum Zündgerät 3. Die Spannung wird im vorliegenden Fall von der Versorgungsspannung 5 V auf die Zündspannung 15 V umgewandelt. Mit den Daten der CPU 48 werden im Generator 50 der Sicherheitszündstufe 26 die Signale der Codes generiert, mit denen die Entsicherung, die Programmierung und die Zündung der Zünder erfolgt.

[0039] Nach Aufheben der zweiten Auslösesperre ist der Zündauslösungsbefehl möglich. Es ist auch denkbar, die Aufhebung der zweiten Auslösesperre mit dem Zündauslösungsbefehl zu koppeln. Dann wäre es möglich, auf Ebene der ersten Auslösesperre durch ein Einschließen des zur der Auslöseeinheit gehörenden Datenträgers den Schalter S1 wieder zu öffnen und damit die Freigabe der Auslösesperre wieder aufzuheben.

[0040] Die Sende- und Empfangseinheit 27 kommuniziert über ihre Antenne 11 mit dem Zündgerät 3. Als Sender-Empfänger kann ein Standard-Transceiver 47 eingesetzt werden, der im UHF-Bereich sendet und empfängt. Der Frequenzbereich liegt beispielsweise bei 433 MHz. Die Übertragung erfolgt im annähernd optischen Ausbreitungsbereich, das heißt, Sender und Empfänger sollten Sichtkontakt haben. Durch Auswahl eines geeigneten Frequenzbereichs kann auch eine weitere Entfernung zwischen Zündgerät und Auslöseeinheit ermöglicht werden. Die Signalübertragung erfolgt vorzugsweise durch Frequenzmodulation, kann aber auch mittels Amplitudenmodulation erfolgen.

[0041] Die Kodierung der digitalen Daten kann direkt über Frequency Shift Keying (FSK) bei einem üblichen Frequenzwechsel zwischen 400 und 450 Mhz erfolgen. Wegen der höheren Betriebssicherheit wird eine Kommunikation mit Audio Frequency Shift Keying (AFSK) bevorzugt. Die Frequenzen liegen bei dieser Übertragung im Bereich hörbarer Töne.

[0042] Anhand der Figur 4 wird der Aufbau eines elektronischen Sprengzünders 60 erläutert, der beispielsweise insbesondere im Bergbau und Tiefbau eingesetzt wird. Die Hülse 61 enthält eine Sekundärladung 62, die durch eine Primärladung 63 gezündet wird. Initiiert wird die Zündung durch die sogenannte Zündpille 64. Bei konventionellen elektrischen Sprengzündern ist die Zündpille direkt an die Zündleitung angeschlossen. Dort wird die Zündpille direkt durch den eingespeisten elektrischen Stromimpuls von bis zu mehreren Ampere gezündet. Es handelt sich hierbei um eine rein energetische Zündung.

[0043] Beim elektronischen Sprengzünder dagegen ist der Zündpille eine Elektronik vorgeschaltet. Die Elektronik 65 besteht im wesentlichen aus einem elektronischen Schaltkreis 66, der in einem Gehäuse eingebettet ist und dessen Aufbau anhand des Blockschaltbilds in Figur 5 näher erläutert wird. Ein weiterer wesentlicher Bestandteil ist ein Kondensator 67, in dem die für die Zündung erforderliche Energie gespeichert wird. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sorgen ein SMD-Wider-

stand 68 und ein Ferritfilter 69 als Begrenzer- und Filterhaltung dafür, daß die Eingangsspannung einen bestimmten Wert nicht überschreitet und daß Störsignale ferngehalten werden.

[0044] Die Hülse 61 verschließt ein Stopfen 70, durch den die Anschlüsse der Elektronik 65 durchgeführt sind. Die Anschlüsse ragen als Kontaktstifte 71 aus dem zu einer Steckbuchse 72 geformten Stopfen 70 heraus. Der Stopfen 70 ist in das offene Ende der Hülse 61 hineingeschoben und beispielsweise im vorliegenden Ausführungsbeispiel durch Einwürgen 73 darin befestigt. Der Stopfen 70 verschließt die Hülse wasserdicht und schützt damit die Elektronik. Außerdem bietet der durch die Buchse 72 gebildete Steckkontakt den Anschluß eines Steckers 74, der mit der Zündleitung 75 verbunden ist. Die Zündleitung 75 mündet in Kontakthülsen 76, in die die Kontaktstifte 71 eingeschoben werden. Im Schnittbild sind hier nur jeweils eine Kontakthülse und ein Kontaktstift zu sehen. Der Stecker 74 weist außerdem einen Dichtkegel 77 auf, der die Kontakthülsen 76 umschließt und in die Buchse 72 des Stopfens 70 hineingeschoben werden kann. An dem Stecker 74 befindliche Rastlamellen 78 hintergreifen auf der Außenseite der Buchse 72 angeordnete Ausnehmungen 79 und bilden somit eine sichere Verbindung zwischen der Zündleitung 75 und dem elektronischen Sprengzünder 60. Diese Steckverbindung ist staub- und wassergeschützt und somit auch für den rauen Sprengbetrieb geeignet.

[0045] Die Figur 5 zeigt das Blockschaftbild der Elektronik 65 des elektronischen Sprengzünders 60. Sie setzt sich im wesentlichen aus vier Baugruppen zusammen: dem Analogteil 80, der an der Zündleitung 9 angeschlossen ist, der Zündstufe 81, an deren Anschlüsse 64a die Zündpille 64 angeschlossen ist, die digitale Datensteuerung 82 mit der CPU 83 und dem Informationsteil 84.

[0046] Ein elektronischer Zünder kann nur gezündet werden, wenn mit einem entsprechenden Spannungspegel codierte Informationen, Ansteuersignale, auf der Zündleitung zum Zünder gesendet werden. Zunächst wird mittels eines Entsicherungscode, Code 1, der Sprengzünder 60 betriebsbereit gemacht. Der Entsicherungscode 85 ist im Informationsteil 84 abgespeichert. Derselbe Code ist in der CPU 48 der Systemsteuerung 23 (Figur 2) abgespeichert. Auf Befehl wird er vom Generator 50 der Sicherheitszündstufe 28 erzeugt und ausgesendet. Entspricht der von der Auslöseeinheit 2a über die Zündleitung 9 ausgesandte Entsicherungscode dem im Informationsteil 84 gespeicherten Entsicherungscode 85 - die Ankunft des in der Sicherheitszündstufe 28 erzeugten Codes 1 soll durch den Pfeil 86 am Informationsteil 84 symbolisiert werden - wird zunächst der Kondensator 67 mit einem definierten Ladestrom aufgeladen. Im Analogteil 80 sorgt eine leistungsfähige Begrenzer- und Filterschaltung 87 als Eingangsschutz dafür, daß die Eingangsspannung einen bestimmten Wert nicht überschreitet. Dadurch werden außerordentlich geringe Spannungen, wie sie bei Ein-

wirkung von Fremdelektrizität auftreten können, abgefangen. In der Signalauskopplung 88 wird bei jedem Richtungswechsel des Eingangsstroms, bei dem Nulldurchgang der Spannung, ein Signal abgegeben, das in der digitalen Datensteuerung 82 weiterverarbeitet wird. Hinter der Signalauskopplung 88 wird über einen Gleichrichter 89 der Energiespeicher, der Kondensator 67 in der Zündstufe 81, aufgeladen.

[0047] Zwischen Gleichrichter 89 und Energiespeicher 67 liegt ein digital einstellbarer Zwei-Stufen-Spannungsregler 90. Er hält während der Entsicherung die Spannung so niedrig, daß eine Zündung mangels Zündenergie ausgeschlossen ist, die Elektronik aber sicher betrieben werden kann. Jeder Wechsel der Polarität der Eingangsspannung am Zünder 60 bewirkt in der Elektronik 65 des Zünders die Erzeugung eines Impulses. Nach einer definierten erzeugten Impulsfolge wird die Aufladung des Kondensators 67 als Energiespeicher freigegeben. Um den Entsicherungscode (Code 1) erkennen zu können, laufen in der digitalen Datensteuerung 82 die von der Signalauskopplung 88 kommenden Signale auf den Eingangsimpulszähler 91. Die Impulse werden in der CPU 83 ausgewertet und im Informationsteil 84 mit dem Entsicherungscode 85 verglichen. Dazu ist in der digitalen Datensteuerung 82 ein Oszillator 92 vorgesehen, der über einen Taktgenerator 93 Signale in die CPU 83 einspeist und zu einem Referenzzähler 94 leitet. Falls mit einem falschen Code versucht wird, die Programmierung durchzuführen, erfolgt eine Selbstsicherung des Zünders. Eine Reaktivierung ist nur durch eingewiesenes Personal möglich.

[0048] Hat die CPU 83 die richtige Impulsfolge des Entsicherungscode 86 erkannt, wird die zweite Stufe des Spannungsreglers 90 freigegeben. Danach wird in sehr kurzer Zeit, beispielsweise in 3 Sekunden, der Kondensator 67 auf die am Eingang des Zünders 60 liegende Spannung aufgeladen. Nach der Aufladung des Kondensators 67 muß mittels eines weiteren Codes (Code 2), bestehend aus weiteren definierten Spannungswechseln, ein elektronischer Schalter freigegeben werden. Dieser Code 2 ist ebenfalls in der Systemsteuerung 23 der Auslöseeinheit 2a hinterlegt und wird ebenfalls von dem Generator 50 der Sicherheitszündstufe 28 erzeugt.

[0049] Stimmt die Anzahl der im Code 2 enthaltenen Impulse mit der Anzahl der vom Referenzzähler 94 vorgegebenen Impulse überein, wird ein Schalttransistor 95 angesteuert, mit dem der Sprengzünder geschärft wird.

[0050] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird der nächste vom Eingangszähler kommende Impuls, der Code 3, dann von der CPU 83 zur Ansteuerung des Schalttransistors 95 verwendet. Mit diesem Impuls wird die Entladung des Kondensators 67 bewirkt und die Zündpille 64 gezündet.

[0051] Wird nach der Entsicherung durch den Code 1 und vor Eingabe des Zündsignals die Stromzufuhr unterbrochen, entlädt sich der Kondensator 67 in einer kurzen

zen Zeit, beispielsweise in zwei Minuten, ohne daß es zu einer Zündung kommt. Danach ist der Zünder wieder passiv, das heißt er ist handhabungssicher und erneut betriebsbereit.

[0052] Zur Identifizierung eines Zünders kann es vorteilhaft sein, wenn zusätzlich die Fertigungsdaten 96 sowie die Kundendaten 97 in dem Informationsteil 84 abgespeichert sind und auf diese Daten durch die CPU 83 der digitalen Datensteuerung 82 zurückgegriffen werden kann.

Patentansprüche

1. Zündeinrichtung für Zünder, die mittels Funk auslösbar sind, bestehend aus mindestens einer Auslöseeinheit, an dem mindestens ein elektrischer oder elektronischer Zünder angeschlossen ist, und einem räumlich von der Auslöseeinheit anordbaren Zündgerät, wobei mindestens das Zündgerät mit der Auslöseeinheit mittels Funksignale kommunizieren kann, **dadurch gekennzeichnet, daß** die mindestens eine der Auslöseeinheiten (2a, 2b) einen entnehmbaren und in das Zündgerät (3) einsetzbaren Datenträger (6a, 6b) enthält, daß das Zündgerät (3) eine Leseeinrichtung (15) für die Daten des eingesetzten Datenträgers (6a, 6b) aufweist, daß die Auslöseeinheit (2a, 2b) und der ihm jeweils zugeordnete Datenträger (6a, 6b) identische Identifizierungskennzeichen und für die Auslösung der angeschlossenen Zünder (10a bis 10n, 10a' bis 10n') erforderliche Informationen enthalten, daß durch die Entnahme des Datenträgers (6a, 6b) die Auslöseeinheit (2a, 2b) aktiviert ist und in einen Empfangszustand oder bei möglicher bidirektionaler Kommunikation in einen Sende- und Empfangszustand versetzbar ist und daß das Zündgerät (3) mit eingesetztem Datenträger (6a, 6b) nach Einlesen der Daten ebenfalls in Sende- beziehungsweise Sende- und Empfangsbereitschaft versetzt ist.
2. Zündeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Stromversorgung (28) der Auslöseeinheit (2a, 2b) vorgesehen ist, die bei eingesetztem Datenträger (6a, 6b) unterbrochen und bei entnommenem Datenträger (6a, 6b) geschlossen ist, daß bei geschlossenem Stromkreis in der Auslöseeinheit (2a, 2b) ein kapazitiver Speicher (32) aufladbar ist, dessen Ladung zur Aufhebung einer ersten Auslösesperre (35) vorgesehen ist, daß bei aufgehobener ersten Auslösesperre (35) der Zugriff auf die in der Auslöseeinheit (2a, 2b) gespeicherten Daten möglich ist, daß dadurch die zweite Auslösesperre (52) aufgehoben ist und daß ab diesem Zeitpunkt die Zünder (10a bis 10n, 10a' bis 10n') auslösbar sind.
3. Zündeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch**

gekennzeichnet, daß der Datenträger (6a, 6b) eine Chipkarte oder Barcodekarte ist.

4. Zündeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der kapazitive Speicher (32) aufgrund seiner vorgegebenen Ladezeit ein erstes Zeitglied ist, daß ein weiteres, unabhängiges Zeitglied zur Überprüfung der Ladezeit des Speichers (32) vorgesehen ist und daß die in der vorgegebenen Ladezeit erreichte, mit einer vorgegebenen Ladung übereinstimmende Ladung zur Aufhebung der ersten Auslösesperre (35) vorgesehen ist.
5. Zündeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Masseanschluß (E) der Versorgungsspannung für das erste Zeitglied (32) in Reihe zur ersten Auslösesperre (35) geschaltet ist, so daß die Aufladung des Speichers (32) als Zeitglied nur einmal möglich ist.
6. Zündeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** sowohl die Unversehrtheit als auch die Aufhebung der ersten Auslösesperre (35) durch die Höhe der an der Zündleitung (9) zu den Zündern (10a bis 10n, 10a' bis 10n') anliegenden Spannung überprüfbar ist.
7. Zündeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mindestspannung zur Aufladung des Speichers (32) höher ist als die zur Versorgung der Elektronik in der Auslöseeinheit (2a, 2b) erforderliche Grundspannung.
8. Zündeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die erste Auslösesperre (35) ein Kurzschluß in der Zündleitung (9) ist, der durch die Entladung des Speichers (32) aufhebbar ist.
9. Zündeinrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Auslösesperre (35) eine Schmelzsicherung mit definiertem Widerstand ist.
10. Zündeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zweite Auslösesperre (52) ein ansteuerbarer Schalter ist, bei dessen Schließstellung unter anderem der Zugriff auf die in der Auslöseeinheit (2a, 2b) gespeicherten Daten möglich ist.
11. Zündeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Auslöseeinheit (2a) eine Zugangssperre (4) aufweist.
12. Zündeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Zündgerät (3) eine Zugangssperre (13) aufweist.

13. Zündeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die elektronischen Zünder (10a bis 10n, 10a' bis 10n') durch eine Folge von Codes gesichert sind, wobei jeder Code eine Sicherung vor unbeabsichtigter Zündung darstellt und daß durch jeden von der Auslöseeinheit (2a, 2b) ausgesandten und von dem angesprochenen Zünder akzeptierten Code stufenweise die Zündung freigebbar ist in der Reihenfolge Entscheidung, Energiezufuhr, Bereitstellung der Zündspannung und Zündbefehle.
14. Zündeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Datenaustausch zwischen der Auslöseeinheit (2a, 2b) und dem Zündgerät (3) mit Frequenzen im UHF-Bereich erfolgt.
15. Zündeinrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Übertragung der Daten durch Frequenzmodulation erfolgt.
16. Zündeinrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Übertragung der Daten durch Amplitudenmodulation erfolgt.
17. Zündeinrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Verschlüsselung der Daten das Frequency Shift Keying (FSK) eingesetzt wird.
18. Zündeinrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Verschlüsselung der Daten das Audio Frequency Shift Keying (AFSK) eingesetzt wird.
19. Verfahren zur Zündung elektrischer oder elektronischer Zünder, die mittels Funk auslösbar sind, durch eine Zündeinrichtung, bestehend aus mindestens einer Auslöseeinheit, an dem mindestens ein Zünder angeschlossen ist und einem von der Auslöseeinheit räumlich anordbaren Zündgerät, das mittels Funksignale mit der Auslöseeinheit kommuniziert, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zündung der Zünder erst nach sukzessiver Aufhebung von Auslösesperren erfolgen kann, wobei nach Aufhebung einer Auslösesperre jeweils ein für die Auslösung der Zündung erforderlicher Verfahrensschritt abläuft und erst das Ergebnis dieses Verfahrensschritts eine Vorgabe erfüllt, die zur Aufhebung der nächsten Auslösesperre möglich ist und daß erst dann, wenn alle Auslösesperren aufgehoben sind, die Auslösung der Zünder möglich ist und wenn ein Verfahrensschritt nicht gestartet werden kann oder in Vorfahrtsschritt nicht zu einem vorgegebenen Ergebnis führt, der nachfolgende Verfahrensschritt nicht gestartet werden kann.
20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Auslöseeinheit ein Datenträger entnommen wird, der ein mit der Auslöseeinheit identisches Identifizierungskennzeichen und Informationen über die Auslöseeinheit und die daran angeschlossenen Zünder enthält, daß die Daten des Datenträgers in einen Speicher des Zündgeräts eingelesen werden und daß die Sendebereitschaft und bei bidirektional möglicher Kommunikation auch die Empfangsbereitschaft hergestellt wird.
21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß mit der Entnahme des Datenträgers aus der Auslöseeinheit die Energieversorgung für die elektronischen Baugruppen der Auslöseeinheit eingeschaltet wird, daß vor Aufhebung der ersten Auslösesperre nur die zur Aufhebung einer ersten Auslösesperre benötigten Baugruppen mit Energie versorgt werden, daß eine Selbstprüfung der Schaltkreise der elektronischen Baugruppen erfolgt, daß bei einem festgestellten Fehler die Funktion der Auslöseeinheit blockiert wird, daß bei Fehlerfreiheit in der Auslöseeinheit in einem ersten Zeitglied, das ein RC-Glied ist, der Speicher in einer vorgegebenen Zeitspanne durch Ladeimpulse mit einer vorgegebenen Ladung aufgeladen wird, daß in einem unabhängigen zweiten Zeitglied eine gleichlange Zeitspanne gestartet wird, daß bei gleichzeitigem Ablauf beider Zeitspannen innerhalb einer vorgebbaren Toleranz und Erreichen der vorgegebenen Ladung durch Entladung des Speichers die erste Auslösesperre aufgehoben wird, wodurch die Zündleitung für den Zündstrom und den eventuellen Datenaustausch mit den Zündern freigegeben wird, daß bei fehlender Übereinstimmung der Zeitabläufe und/oder Nicht-Erreichen des Ladungsniveaus die Zündleitung nicht freigegeben wird, daß nach Aufheben der ersten Auslösesperre der Zugriff auf die in der Auslöseeinheit gespeicherten Daten sowie die Energieversorgung der übrigen Baugruppen, insbesondere der Systemsteuerung, möglich wird und daß dadurch die zweite Auslösesperre aufgehoben ist, so daß ab diesem Zeitpunkt die Auslösung der Zünder möglich ist.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei freigegebener Zündleitung die Spannungsversorgung zur Signalgenerierung für die Erzeugung der Codes freigegeben wird, mit denen bei elektronischen Zündern über die in der Auslöseeinheit abgespeicherten Zünderadressen die einzelnen Zünder jeweils aktiviert und gezündet werden können und daß bei einem Signal mit einem fehlerhaft erzeugten Code die Zündung unterbleibt.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Auslöseeinheit

aufgrund ihres Identifizierungskennzeichens individuell ansteuerbar ist.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß jeder elektronische Zünder aufgrund der in der Auslöseeinheit abgespeicherten Zünderadressen einzeln ansteuerbar ist.

Claims

1. Detonating system for detonators which can be tripped by means of radio, consisting of at least one tripping unit to which at least one electrical or electronic detonator is connected, and a detonating unit which can be arranged spatially from the tripping unit, with at least the detonating unit being able to communicate with the tripping unit by means of radio signals, characterised in that at least one of the tripping units (2a, 2b) contains a removable data medium (6a, 6b) which can be inserted into the detonating unit (3), in that the detonating unit (3) has a reading device (15) for the data of the inserted data medium (6a, 6b), in that the tripping unit (2a, 2b) and the data medium (6a, 6b) respectively associated with it contain identical identifying characteristics and information required for tripping the connected detonators (10a to 10n, 10a' to 10n'), in that the tripping unit (2a, 2b) is activated by extraction of the data medium (6a, 6b) and can be put into a receiving state or, in the case of possible bi-directional communication, into a transmitting and receiving state, and in that the detonating unit (3) with the inserted data medium (6a, 6b) is likewise made ready to transmit, or to transmit and to receive, as the case may be, after the data have been read.
2. Detonating system according to Claim 1, characterised in that the tripping unit (2a, 2b) is provided with a current supply (28), which is interrupted when the data medium (6a, 6b) is inserted and is closed when the data medium (6a, 6b) is removed, in that a capacitive storage element (32), the charge of which is intended to counteract a first tripping lock (35), can be charged when the circuit in the tripping unit (2a, 2b) is closed, in that the data stored on the tripping unit (2a, 2b) can be accessed when the first tripping lock (35) has been counteracted, thereby counteracting the second tripping lock (S2) and in that the detonators (10a to 10n, 10a' to 10n') can be tripped from this time onwards.
3. Detonating system according to Claim 1 or 2, characterised in that the data medium (6a, 6b) is a chip card or barcode card.
4. Detonating system according to one of Claims 1 to

3, characterised in that the capacitive storage element (32) is a first time function element by virtue of its predetermined charging time, in that a further independent time function element is provided to check the charging time of the storage element (32), and in that the charge which is reached in the predetermined charging time, which matches a predetermined charge, is intended to counteract the first tripping lock (35).

5. Detonating system according to one of Claims 1 to 4, characterised in that the earth terminal (E) of the supply voltage for the first time function element (32) is connected in series with the first tripping lock (35), so that it is only possible to charge the storage element (32) once as a time function element.
6. Detonating system according to one of Claims 1 to 5, characterised in that both the integrity and the counteracting of the first tripping lock (35) can be checked through the level of the voltage applied on the detonating line (9) to the detonators (10a to 10n, 10a' to 10n').
7. Detonating system according to one of Claims 1 to 6, characterised in that the minimum voltage for charging the storage element (32) is higher than the basic voltage required for supplying the electronics in the tripping unit (2a, 2b).
8. Detonating system according to one of Claims 1 to 7, characterised in that the first tripping lock (35) is a short-circuit in the detonating line (9), which can be removed by discharging the storage element (32).
9. Detonating system according to Claim 8, characterised in that tripping lock (35) is a fuse with a defined resistance.
10. Detonating system according to one of Claims 1 to 9, characterised in that the second tripping lock (S2) is a controllable switch, in whose closed position it is possible, inter alia, to access the data stored in the tripping unit (2a, 2b).
11. Detonating system according to one of Claims 1 to 10, characterised in that the tripping unit (2a) has an access lock (4).
12. Detonating system according to one of Claims 1 to 11, characterised in that the detonating device (3) has an access lock (13).
13. Detonating system according to one of Claims 1 to 12, characterised in that the electronic detonators (10a to 10n, 10a' to 10n') are safeguarded by a series of codes, each code representing a safeguard

against accidental detonation, and in that the detonation is enabled in stages, by means of each code transmitted by the tripping unit (2a, 2b) and accepted by the addressed detonator, in the following sequence: safety off, power supply, detonating voltage ready and detonating commands.

14. Detonating system according to one of Claims 1 to 13, characterised in that the data interchange between the tripping unit (2a, 2b) and the detonating device (3) is carried out using frequencies in the UHF range.
15. Detonating system according to Claim 14, characterised in that the transmission of the data is carried out by means of frequency modulation.
16. Detonating system according to Claim 14, characterised in that the transmission of the data is carried out by means of amplitude modulation.
17. Detonating system according to one of Claims 14 to 16, characterised in that Frequency Shift Keying (FSK) is used for encoding the data.
18. Detonating system according to one of Claims 14 to 16, characterised in that Audio Frequency Shift Keying (AFSK) is used for encoding the data.
19. Method for detonating electrical or electronic detonators which can be tripped by using radio, by means of a detonating system consisting of at least one tripping unit, to which at least one detonator is connected, and a detonating unit which can be arranged spatially from the tripping unit and which communicates with the tripping unit by means of radio signals, in particular according to one of Claims 1 to 18, characterised in that the firing of the detonators can be carried out only after the successive counteracting of tripping locks, a method step required for tripping the detonation after each counteracting of a tripping lock, and only the result of this method step satisfying a criterion of its being possible to counteract the next tripping lock, and in that tripping of the detonators is possible only when all the tripping locks have been counteracted, and if a method step cannot be started or a method step does not lead to a predetermined result, the subsequent method step cannot be started.
20. Method according to Claim 19, characterised in that a data medium, which has identical identifying characteristics to the tripping unit and contains information about the tripping unit and the detonator connected thereto, is extracted from the tripping unit, in that the data medium data are read into a detonating device memory, and in that it is made ready to transmit and, in the case of possible bidirectional communication, also ready to receive.

rectional communication, also ready to receive.

21. Method according to Claim 19 or 20, characterised in that the power supply for the electronic components of the tripping unit is turned on by extracting the data medium from the tripping unit, in that only the components needed for counteracting a first tripping lock is supplied with power before the first tripping lock has been counteracted, in that a self-test of the circuits of the electronic components takes place, in that the functioning of the tripping unit is blocked if a fault is detected, in that the storage element is charged in a predetermined time period by charging pulses with a predetermined charge in a first time function element, which is an RC element, if the tripping unit is free from faults, in that a time period of equal length is started in an independent second time function element, in that the first tripping lock is counteracted by discharging the storage element if the two time periods elapse simultaneously within a predetermined tolerance and if the predetermined charge is reached, whereby the detonating line is enabled for the detonating current and optional data interchange with the detonators, in that the detonating line is not enabled if the time periods do not match and/or if the charging level is not reached, in that it is possible to access the data stored in the tripping unit and to supply power to the other modules, in particular the system control after the first tripping lock has been counteracted, and in that the second tripping barrier is thereby counteracted so that the detonators can be tripped from this time onwards.
22. Method according to one of Claims 19 to 21, characterised in that, when the detonating line is enabled, the signal-generation voltage supply is enabled for generating the codes with which, in the case of electronic detonators, the individual detonators can be activated respectively and detonated by means of the detonator addresses stored in the tripping unit, and in that the detonation does not take place in the event of a signal with an incorrectly generated code.
23. Method according to one of Claims 19 to 22, characterised in that the each tripping unit can be operated individually by virtue of its identifier.
24. Method, according to one of Claims 19 to 23, characterised in that the each electronic detonator can be operated individually by virtue of the detonator addresses stored in the tripping unit.

Revendications

1. Dispositif de mise à feu pour des détonateurs dé-

- clenchables par radio, comportant au moins une unité de déclenchement à laquelle est connecté au moins un détonateur électrique ou électronique, ainsi qu'au moins un appareil de mise à feu séparé dans l'espace de l'unité de déclenchement, au moins l'appareil de mise à feu pouvant communiquer avec l'unité de déclenchement par l'intermédiaire de signaux radio, **caractérisé en ce que** l'unité de déclenchement (2a, 2b), au nombre d'au moins une, comprend un support de données (6a, 6b) amovible qui peut être inséré dans l'appareil de mise à feu (3), **en ce que** l'appareil de mise à feu (3) comporte un dispositif de lecture (15) pour les données du support de données (6a, 6b) inséré, **en ce que** l'unité de déclenchement (2a, 2b) et le support de données (6a, 6b) associé à celle-ci contiennent des codes d'identification identiques et des informations nécessaires pour le déclenchement des détonateurs (10a à 10n, 10a' à 10n') connectés, **en ce que** l'unité de déclenchement (2a, 2b) est activée par le retrait du support de données (6a, 6b) et peut être amenée dans un état de réception ou dans le cas d'une communication bidirectionnelle dans un état d'émission-réception et en ce l'appareil de mise à feu (3) avec le support de données (6a, 6b) inséré, après lecture des données est à son tour amené dans un état d'attente d'émission ou d'émission-réception.
2. Dispositif de mise à feu selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il est prévu une alimentation en courant (28) de l'unité de déclenchement (2a, 2b), qui est interrompue lorsque le support de données (6a, 6b) est inséré et est fermée lorsque le support de données (6a, 6b) est retiré, en ce que** lorsque le circuit de courant est fermé, un accumulateur (32) capacitif dans l'unité de déclenchement (2a, 2b) peut être chargé, accumulateur dont la charge est destinée à annuler une première sûreté (35), **en ce que** lorsque la première sûreté (35) est annulée, l'accès aux données mémorisées dans l'unité de déclenchement (2a, 2b) est possible, **en ce qu'ainsi la sûreté (S2) est annulée et à partir de cet instant les détonateurs (10a à 10n, 10a' à 10n') peuvent être déclenchés.**
 3. Dispositif de mise à feu selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le support de données (6a, 6b) est une carte à puce ou une carte à code-barres.
 4. Dispositif de mise à feu selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'accumulateur capacitif (32), du fait de son temps de charge prédéterminé, constitue un premier élément de temporisation, **en ce qu'un élément de temporisation supplémentaire, indépendant, est prévu pour le contrôle du temps de charge de l'accumulateur (32) et en ce que** la charge atteinte pendant le temps de charge prédéterminé, qui correspond à une charge prédéterminée, est prévue pour annuler la première sûreté (35).
 5. Dispositif de mise à feu selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le point de masse (E) de la tension d'alimentation pour le premier élément de temporisation (32) est connecté en série avec la première sûreté (35), de telle sorte que l'accumulateur (32), en tant qu'élément de temporisation, ne peut être chargé qu'une seule fois.
 6. Dispositif de mise à feu selon une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'intégrité de la première sûreté (35) aussi bien que son annulation peuvent être contrôlées à l'aide de la valeur de la tension disponible au niveau de la ligne de mise à feu (9) menant aux détonateurs (10a à 10n ; 10a' à 10n').
 7. Dispositif de mise à feu selon une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la tension minimale pour la charge de l'accumulateur capacitif (32) est supérieure à la tension de base nécessaire pour l'alimentation de l'électronique dans l'unité de déclenchement (2a, 2b).
 8. Dispositif de mise à feu selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la première sûreté (35) est un court-circuit dans la ligne de mise à feu (9) qui peut être éliminé par la décharge de l'accumulateur (32).
 9. Dispositif de mise à feu selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la sûreté (35) est un fusible avec une résistance définie.
 10. Dispositif de mise à feu selon une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** la deuxième sûreté (S2) est un interrupteur commandé qui, dans la position fermée, permet entre autres d'accéder aux données mémorisées dans l'unité de déclenchement (2a, 2b).
 11. Dispositif de mise à feu selon une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** l'unité de déclenchement (2a) comporte un verrouillage d'accès (4).
 12. Dispositif de mise à feu selon une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'appareil de mise à feu (3) présente un verrouillage d'accès (13).
 13. Dispositif de mise à feu selon une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** les détonateurs électroniques (10a à 10n, 10a' à 10n') sont sécurisés par une suite de codes, chaque code consti-

tuant une sécurité contre un déclenchement intempestif et en ce que par chaque code émis par l'unité de déclenchement (2a, 2b) et accepté par le détonateur sollicité, la mise à feu est autorisée par étapes, avec dans l'ordre annulation de la sécurité, alimentation en énergie, fourniture de la tension de mise à feu et des ordres de mise à feu.

14. Dispositif de mise à feu selon une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** l'échange de données entre l'unité de déclenchement (2a, 2b) et l'appareil de mise à feu (3) a lieu avec des fréquences dans la plage UHF.
15. Dispositif de mise à feu selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** la transmission des données a lieu par modulation de fréquence.
16. Dispositif de mise à feu selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** la transmission des données a lieu par modulation d'amplitude.
17. Dispositif de mise à feu selon une des revendications 14 à 17, **caractérisé en ce que**, pour le codage des données, on utilise la méthode Frequency Shift Keying (FSK).
18. Dispositif de mise à feu selon une des revendications 14 à 17, **caractérisé en ce que** pour le codage des données on utilise la méthode Audio Frequency Shift Keying (AFSK).
19. Procédé pour la mise à feu de détonateurs électriques ou électroniques déclenchables par radio, à l'aide d'un dispositif de mise à feu comportant au moins une unité de déclenchement à laquelle au moins un détonateur est connecté, et un appareil de mise à feu, éloigné dans l'espace de l'unité de déclenchement, qui communique avec l'unité de déclenchement par des signaux radio, notamment selon une des revendications 1 à 18, **caractérisé en ce que** la mise à feu des détonateurs ne peut avoir lieu qu'après annulation successive de sûretés, l'annulation d'une sûreté étant suivie d'une étape de procédé nécessaire au déclenchement de la mise à feu, et le résultat de cette étape devant satisfaire une condition possible pour l'annulation de la sûreté suivante, et en ce que la mise à feu du détonateur ne peut avoir lieu que lorsque toutes les sûretés sont annulées et, lorsqu'une étape de procédé ne peut pas être lancée ou n'aboutit pas à un résultat prédéterminé, l'étape de procédé suivante ne peut pas être lancée.
20. Procédé selon la revendication 19, **caractérisé en ce qu'on** retire de l'unité de déclenchement un support de données qui contient un code d'identification identique à celui de l'unité de déclenchement ainsi

que des informations sur l'unité de déclenchement et les détonateurs connectés, en ce que les données du support de données sont inscrites dans une mémoire de l'appareil de mise à feu et en ce que la disponibilité en émission et dans le cas d'une communication bi-directionnelle, également la disponibilité en réception sont initiées.

21. Procédé selon la revendication 19 ou 20, **caractérisé en ce qu'avec** le retrait du support de données de l'unité de déclenchement l'alimentation en énergie pour les composants électroniques de l'unité de déclenchement est activée, en ce qu'avant l'annulation du premier moyen de sûreté, seuls les composants nécessaires pour l'annulation d'un premier moyen de sûreté sont alimentés en énergie, en ce qu'en cas de constat d'une défaillance, le fonctionnement de l'unité de déclenchement est bloqué, en ce qu'en l'absence de défaillance dans l'unité de déclenchement, dans un premier élément de temporisation qui est un élément RC, l'accumulateur est chargé à une charge prédéterminée par des impulsions de charge, en ce qu'une fenêtre de temps de même longueur est ouverte dans un deuxième élément de temporisation, en ce que lorsque les deux fenêtres de temps se terminent simultanément dans les limites d'une tolérance prédéfinie et lorsque la charge prédéterminée est atteinte, la première sûreté est annulée par décharge de l'accumulateur, libérant ainsi la ligne pour le courant de mise à feu et l'échange éventuel de données avec le détonateur, en ce qu'en l'absence de concordance entre les fenêtres de temps et/ou lorsque le niveau de charge n'est pas atteint, la ligne de mise à feu n'est pas libérée, en ce qu'après l'annulation de la première sûreté, l'accès aux données mémorisées dans l'unité de déclenchement et l'alimentation en énergie des autres composants, en particulier de la commande du système, est possible et qu'ainsi la deuxième sûreté est annulée, de sorte qu'à partir de cet instant le déclenchement du détonateur peut avoir lieu.
22. Procédé selon une des revendications 19 à 21, **caractérisé en ce que** lorsque la ligne de mise à feu est libérée, l'alimentation en tension de la génération de signal est libérée pour produire les codes par le biais desquels, dans le cas de détonateurs électroniques, les différents détonateurs peuvent être activés et mis à feu via les adresses de détonateurs mémorisées dans l'unité de déclenchement et en ce qu'en présence d'un signal avec un code erroné, la mise à feu est annulée.
23. Procédé selon une des revendications 19 à 22, **caractérisé en ce que** chaque unité de déclenchement peut être commandée individuellement à partir de son code d'identification.

24. Procédé selon une des revendications 19 à 23, caractérisé en ce que chaque détonateur électronique peut être commandé individuellement à partir des adresses de détonateur mémorisées dans l'unité de déclenchement.

5

10

15

20

25

30

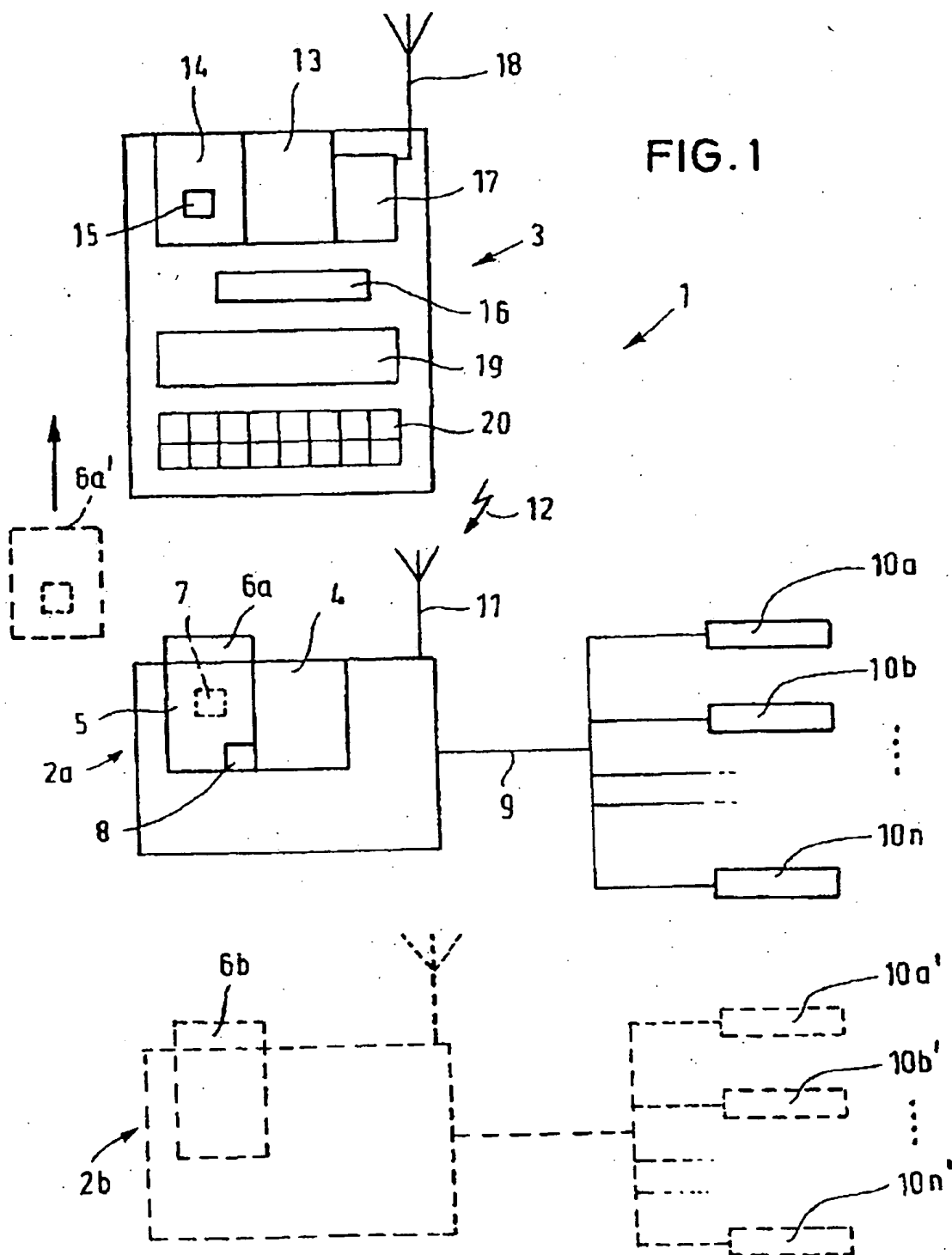
35

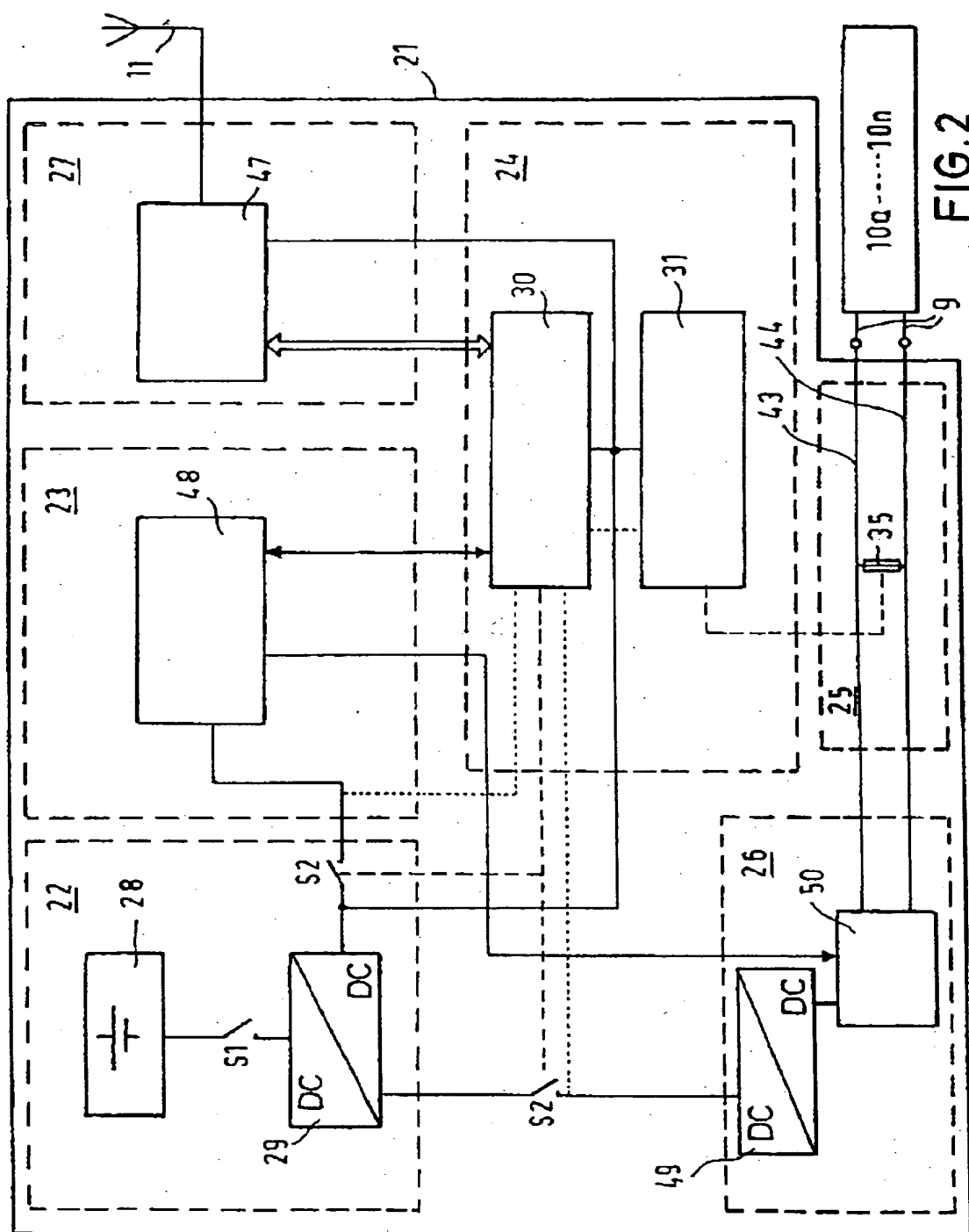
40

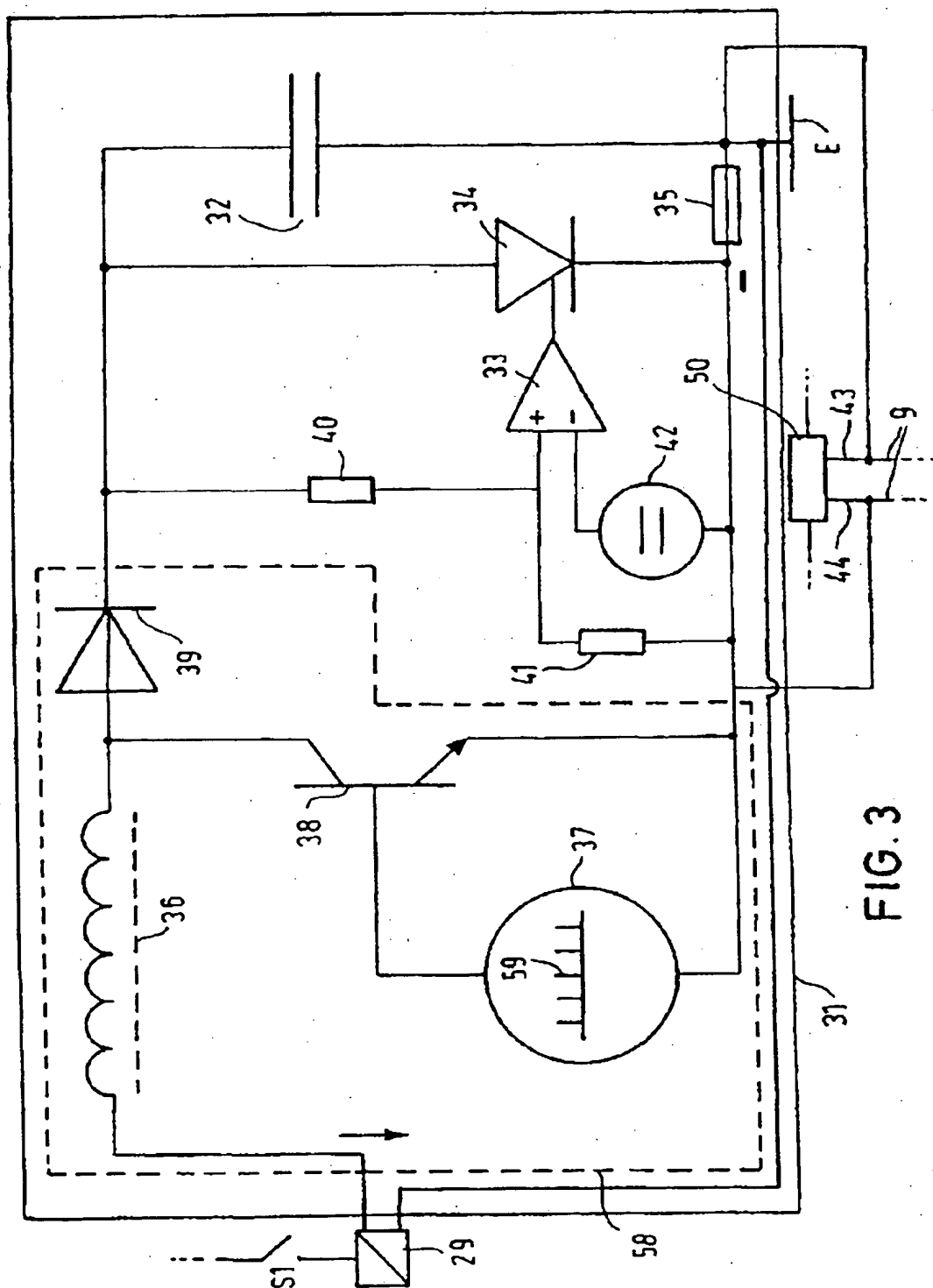
45

50

55







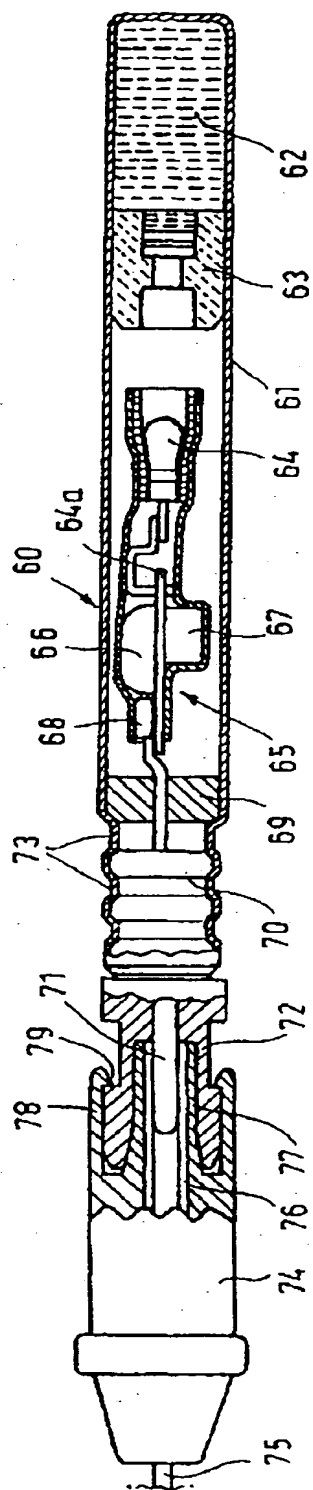


FIG.4

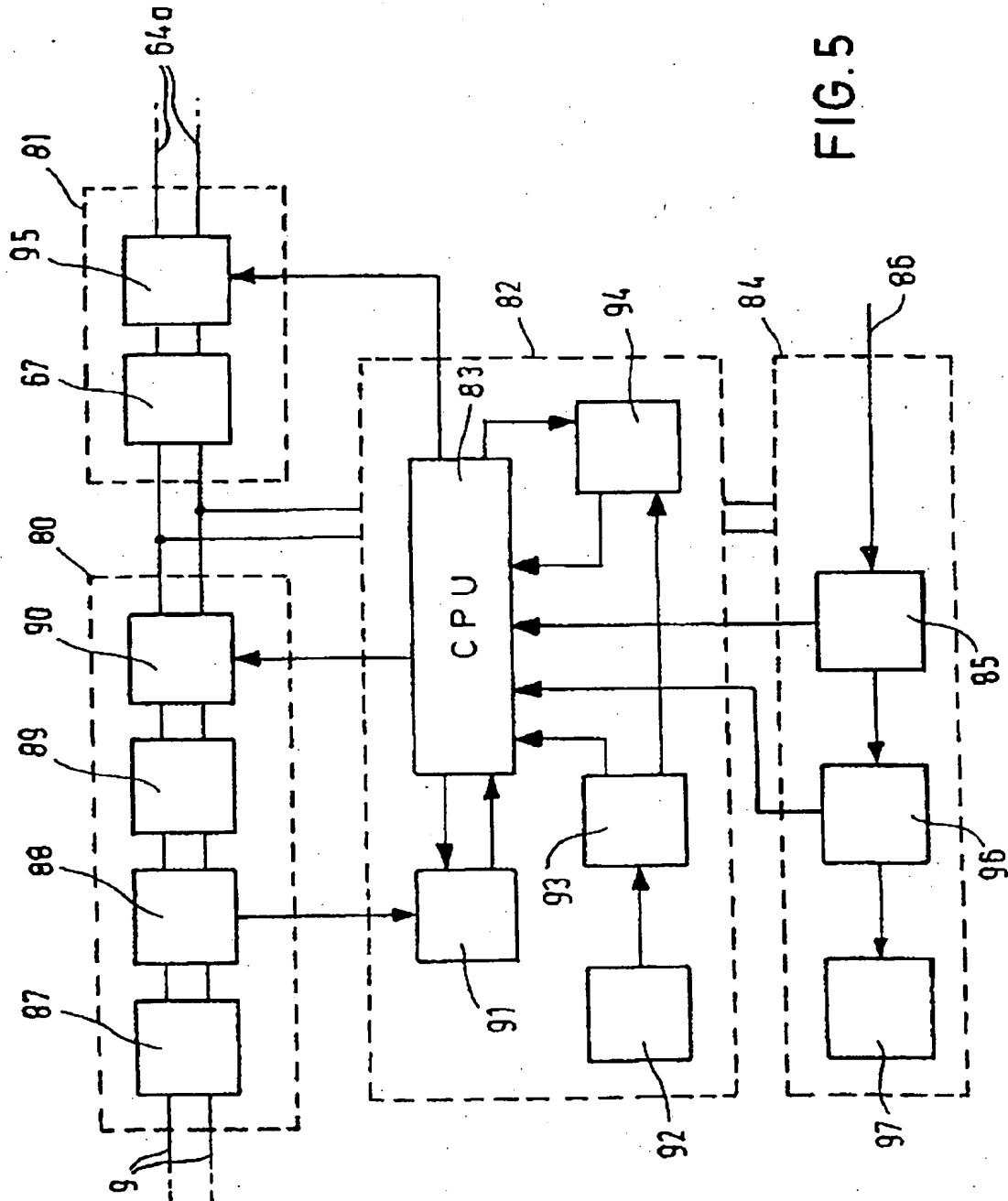


FIG. 5

